

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Überprüfen einer in einem Kraftfahrzeug vorhandenen Antenne, die einen Bestandteil eines mit drahtloser Informationsübertragung arbeitenden Steuersystems, insbesondere Wegfahrsperrsystems darstellt.

Mit drahtloser Informationsübertragung arbeitende Steuersysteme verfügen in der Regel über einen eine Antenne enthaltenden Antennenschaltkreis, über den Signale gesendet und/oder empfangen werden können. Bei einem Wegfahrsperrsystem kann die Antenne beispielsweise an dem Zündschloß angeordnet sein und das Vorhandensein eines in das Zündschloß eingesteckten Zündschlüssels und/oder dessen Kennung überprüfen. Das Steuersystem kann aber auch andere Parameter überwachen, beispielsweise die Stellung eines Schloßbolzens in einem Kraftfahrzeugschloß, wie es in der nicht vorveröffentlichten DE 198 03 187 offenbart ist.

In solchen Systemen können allerdings in manchen Fällen Probleme auftreten, wenn die Antenne des Antennenschaltkreises von ihrer Sollposition entfernt wird. In diesem Fall erhöht sich die Gefahr von Fehlfunktionen oder von gezielten Manipulationsversuchen zur Überwindung des Steuersystems, zum Beispiel der Wegfahrsperr. Diese Entfernung der Antenne von ihrer Sollposition kann aufgrund von zufälligen Einflüssen auftreten, aber auch durch eine gezielte, in Manipulationsabsicht erfolgende Abnahme der Antenne verursacht sein.

Mit der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung wird eine Vorrichtung bereitgestellt, die eine Überprüfung der Antenne ermöglicht und damit einen erhöhten Schutz gegen Fehlfunktionen und/oder Manipulationsversuche bietet.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird ein Treibersignal an den Antennenschaltkreis angelegt und das als Reaktion auf dieses Treibersignal vom Antennenschaltkreis erzeugte Signal im Hinblick auf anomales Zeit- und/oder Amplitudenverhalten ausgewertet. Das vom Antennenschaltkreis als Reaktion auf das Treibersignal erzeugte Signal weist normalerweise, das heißt bei korrekter Positionierung der Antenne, einen in einem definierten Bereich liegenden Zeit- und/oder Amplitudenverlauf auf, der aufgrund des Vorhandenseins oder Fehlens des zu überwachenden Objekts, zum Beispiel des Zündschlüssels, definiert variieren kann. Wenn sich jedoch die mit dem Antennenschaltkreis verbundene Sende/Empfangsantenne unabsichtlich oder aufgrund manipulierenden Eingriffs von ihrer Sollposition wegbewegt haben sollte, unterliegt der Antennenschaltkreis und die Antenne deutlich anderen Umgebungseinflüssen, so daß auch das als Reaktion auf das Treibersignal erhaltene Ausgangssignal der Antenne stark verfälscht wird. Diese Abweichung gegenüber dem im korrekten Fall zu erwartenden Signalbereich läßt sich durch die Auswerteschaltung zuverlässig detektieren. Die Auswerteschaltung erhält vorzugsweise nicht nur das Ausgangssignal des Antennenschaltkreises, sondern auch das an den Antennenschaltkreis angelegte Treibersignal und kann in Abhängigkeit hiervon Schranken für die im Normalfall zu erwartenden Phasenlagen- und/oder Amplitudenbereiche des zu erwartenden Antwortsignals hervorgeben. Wenn das Antwortsignal außerhalb dieser Bereiche liegen sollte, kann hieraus auf eine Störung der Position oder der Funktionsfähigkeit der Antenne geschlossen werden und eine entsprechende Fehlermeldung generiert werden.

Vorzugsweise wird bei der Erfindung das an den Antennenschaltkreis einschließlich der Antenne angelegte Treibersignal mit dem an der Antenne auftretenden Signal ver-

glichen, um hieraus Störungen wie etwa Positionsverlagerungen oder gezielte Manipulationsversuche oder dergleichen zu ermitteln.

Das erfindungsgemäß ausgestattete Kraftfahrzeug-Steuersystem kann damit zuverlässig erkennen, ob die zugehörige Sende/Empfangsantenne planmäßig positioniert, beispielsweise richtig auf das Zündschloß aufgesteckt ist oder aber beispielsweise gezielt entfernt worden ist.

Vorzugsweise wird das Treibersignal in Form eines Rechtecksignals generiert, das sich in einfacher Weise durch zyklische Ein- und Ausschaltung eines an einer bestimmten Spannung liegenden Schaltelements, zum Beispiel eines Halbleiterschaltelements, erzeugen läßt. Dieses rechteckförmige Treibersignal wird durch die regelmäßig als Resonanzschwingkreis ausgebildete Antenne in ein entsprechendes, normalerweise sinusförmiges Sendesignal umgesetzt. Die Induktivität und/oder Induktivitätsänderung des Resonanzschwingkreises lassen sich in unterschiedlicher Weise ermitteln, beispielsweise durch die Messung der Phasenverschiebung zwischen dem Treibersignal und dem Resonanzfrequenzsignal, durch Messung der Amplitude der Resonanzfrequenzspannung, durch Messung des im Schwingkreis oder von Teilen hiervon fließenden Stroms und/oder durch Messung der Impedanz des Schwingkreises oder Teilen hiervon.

Wenn beispielsweise die Phasenverschiebung zwischen dem Antennentreibersignal und der resultierenden Antennenresonanzspannung überwacht wird, läßt sich ein Abnehmen der Antenne des Steuersystems, beispielsweise der Wegfahrsperr, von der vorgegebenen Position, beispielsweise dem Zündschloß, aufgrund der dann resultierenden, starken Induktivitätsänderung erfassen. Die Induktivitätsmessung kann im einfachsten Fall lediglich dann ausgeführt werden, wenn tatsächlich betriebsbedingt eine Aktivierung des Antennenschaltkreises zur Aussendung eines entsprechenden Signals beabsichtigt ist.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann die Induktivitätsmessung aber auch zyklisch in festem Rhythmus, selbst bei ausgeschalteter Zündung, ausgeführt werden. Hierdurch lassen sich dann auch evtl. Manipulationen an der Antenne des Steuersystems erfassen, da die hierdurch hervorgerufenen Induktivitätsänderungen normalerweise einen im unmanipulierten Fall nicht auftretenden Verlauf zeigen. Eine unkorrekte Positionierung der Antenne und/oder Manipulationen an der Antenne lassen sich somit automatisch erkennen. Damit wird zugleich auch ein Ausbauschutz für Kraftfahrzeug-Steuersysteme, insbesondere Wegfahrsperr-Steuersysteme, erzielt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kommt insbesondere bei einem Kraftfahrzeug-Wegfahrsperr-Steuersystem zum Einsatz, da hier die Sicherheitsanforderungen besonders hoch sind. Die Erfindung ist aber auch bei allen anderen Kraftfahrzeug-Steuersystemen mit Antennenschaltkreis und Antenne zur Überprüfung der Antennen-/Antennenschaltkreisfunktion anwendbar.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung, und

Fig. 2 Signalverläufe, die bei dem in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsbeispiel auftreten.

Das in **Fig. 1** gezeigte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung enthält eine Steuereinrichtung **1**, die durch einen Mikroprozessor gebildet ist und die Antennensteuerung und Signalauswertung bewirkt. Die Steuereinrichtung **1** ist über eine Taktleitung **5** an einen Antennen-

treiber 2 angeschlossen und gibt an den Antennentreiber 2 ein zyklisches Taktsignal während eines gewünschten normalen Sendebetriebs und auch während Überprüfungsintervallen, während derer der Antennenschaltkreis einschließlich der Antenne überprüft werden soll, ab. Der Antennentreiber 2 erzeugt aus dem auf der Leitung 5 zugeführten Taktsignal ein Rechtecksignal mit einer Antennentreiberfrequenz f_0 . Das zwischen den Anschlüssen 7 und 8 des Antennentreibers 2 abgegebene Treibersignal kann ein bipolares Signal mit symmetrischen Rechteckhalbwellen unterschiedlicher Polarität sein, kann jedoch auch als unipolares Signal mit einem Tastverhältnis von 50% ausgelegt sein, wie es zum Beispiel in Fig. 2a dargestellt ist.

Fig. 2a zeigt den am Ausgang 8 des Antennentreibers 2 auftretenden Potentialverlauf. Das Treibersignal wird über einen Serien-Antennenwiderstand RA und Leitungen 9 und 10 an eine Antennenspule LA angelegt, die an einem Zündschloß 4 (Eisenkern für die Antenne) angeordnet, beispielsweise auf das Zündschloß aufgesteckt ist. Der Antennenschwingkreis enthält die Antennenspule LA und eine seriell hierzu geschaltete Kapazität CA, so daß ein Antennenserienschwingkreis vorliegt. Die Kapazität CA ist mit ihrem anderen Anschluß mit dem Ausgang 8 des Antennentreibers 3 verbunden. Mit der die Antennenspule LA und die Kapazität CA verbindenden Leitung 10 ist ein Widerstandsspannungsteiler mit Widerständen R₁ und R₂ verbunden, so daß auf einer mit dem Abgriff zwischen den Widerständen R₁ und R₂ verbundenen Leitung 11 die Antennenspannung in proportional geteilter Form auftritt. Die Widerstände R₁ und R₂ können gleich großen Widerstandswert aufweisen, so daß auf der Leitung 11 die halbe Antennenspannung auftritt. Die Widerstände R₁ und R₂ können aber auch unterschiedliche Werte besitzen, die so ausgewählt sind, daß der auf der Leitung 11 auftretende Amplitudenpegel auf einen gewünschten, von den nachfolgenden Verarbeitungsschaltungen problemlos verarbeitbaren Wert herabgeteilt ist.

Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist ein Phasenvergleich 3 vorhanden, dessen beide Eingänge mit dem Ausgang 8 des Antennentreibers (Treiberschaltung) 2 und mit der Leitung 11 verbunden sind. Der Phasenvergleich 3 kann vorzugsweise durch eine elektronische Meßschaltung gebildet sein, die beispielsweise in einem Basisstations-IC enthalten ist. An den beiden Eingängen des Phasenvergleichers 3 liegen damit die in Fig. 2a und b gezeigten Eingangssignale an, nämlich das am Anschluß 8 auftretende, symmetrische rechteckförmige Treibersignal und das auf der Leitung 11 auftretende, herabgeteilte Antennenspannungssignal. Der Phasenvergleich 3 ist über eine Taktleitung 12 mit der Steuereinrichtung 1 verbunden und erhält von dieser Taktsignale, auf die hin er die Phasenverschiebung mißt, die zwischen den jeweils nachfolgenden Nulldurchgängen der an seinen beiden Eingängen anliegenden Signale (Treibersignal und Resonanzspannungssignal) mißt. In Fig. 2 ist die Phasenverschiebung zwischen dem Nulldurchgang des Treibersignals und dem Nulldurchgang der Antennenresonanzspannung mit f_{ANT} bezeichnet. Allgemein ist die Phasenverschiebung $f_{ANT} = -90^\circ - \arctan(2Qd)$. Hierbei ist $d = (f - f_0)/f_0$, während mit Q die Antennengüte, mit f die Antennenresonanzfrequenz ($f = 1/(2\pi\sqrt{L_A \times C_A})$) und mit f_0 die Antennentreiberfrequenz bezeichnet sind.

Die Phasenverschiebung f_{ANT} hängt somit von der Antennengüte Q ab, die wiederum durch die im Bereich der Antennenspule LA vorhandenen Komponenten beeinflusst wird und während des normalen Betriebs in einem bestimmten Erwartungsbereich liegt.

Ein eingesteckter Zündschlüssel läßt sich zum Beispiel aufgrund der resultierenden Güteveränderung erfassen.

Wenn jedoch die Antennenspule beispielsweise vom Zündschloß 4 abgezogen werden sollte und/oder Manipulationsversuche an der Antenne durchgeführt werden sollten, ergeben sich in der Regel sehr starke Güteänderungen, die zu entsprechend starken Phasenverschiebungen f_{ANT} führen.

Das Zündschloß 4 wirkt nämlich für die um es herum gewickelte Antennenspule LA als Eisenkern und beeinflusst die Induktivität stark. Wenn die Antennenspule LA vom Zündschloß 4 unabsichtlich oder aufgrund Manipulationsversuches entfernt werden sollte, ergibt sich eine starke Änderung der Induktivität und damit der Antennengüte Q mit einer entsprechend starken Phasenverschiebung f_{ANT} .

Diese starken Phasenverschiebungen f_{ANT} signalisieren der Steuereinrichtung 1 somit, daß (unabsichtlich oder gezielt herbeigeführte) Störungen im Antennenschaltkreis einschließlich der Antenne vorhanden sind, die als Fehlfunktionen einzustufen sind. Die Steuereinrichtung 1 erhält von dem Phasenvergleich 3 über die Leitung 6 die Informationen über die aktuell gemessene Phasenverschiebung f_r und wertet diese hinsichtlich ihrer Größe und/oder ihres zeitlichen Verlaufs zur Störungserfassung aus. Im einfachsten Fall sind in der Steuereinrichtung 1 ein unterer und/oder oberer Grenzwert für den zulässigen Phasenverschiebungsbereich f_{ANT} vorgegeben, die in Abhängigkeit von den bei normalem Betrieb minimal und/oder maximal auftretenden Phasenverschiebungen festgelegt sind. Wenn die Steuereinrichtung 1 eine außerhalb dieses zulässigen Bereichs liegende Phasenverschiebung f_{ANT} erfährt, wertet sie dies als Störung aus und generiert ein entsprechendes Fehlermeldungssignal, das akustisch oder optisch angezeigt und/oder für Servicezwecke gespeichert wird.

Es ist auch möglich, die Induktivitätsmessung, die bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel durch die Phasenverschiebungsmessung realisiert ist, in einem fest oder variabel vorgegebenen Zeitraster von beispielsweise 10 Sekunden auch während des Fahrzeugstillstands auszuführen und hierdurch den zeitlichen Verlauf der gemessenen Induktivität (Phasenverschiebungsverlauf) zu überwachen. Normalerweise sollte der Induktivitätsverlauf allenfalls kleine Sprünge aufweisen, die durch das Einführen oder Abziehen eines Zündschlüssels in das/aus dem Zündschloß hervorgerufen werden. Wenn aber festgestellt wird, daß der Induktivitätsverlauf z. B. länger dauernde langsamere Schwankungen zeigt, kann hieraus auf Manipulationsversuche geschlossen werden und in diesem Fall beispielsweise ein Alarm generiert werden. In diesem Fall kann auch die Überwachungsfrequenz, mit der die Induktivitätsmessung ausgeführt wird, erhöht werden, um die Induktivitätsschwankungen noch besser analysieren zu können und hieraus noch klarer eventuelle Manipulationsversuche erkennen zu können. Bei Erkennung einer Manipulation kann das Wegfahrsperr-Steuergesetz auch so ausgelegt sein, daß es erst durch den Service wieder neu initialisiert werden muß, bevor wieder ein normaler Kraftfahrzeugbetrieb zugelassen wird.

Anstelle der vorsehend erläuterten Messung der Phasenverschiebung zwischen dem rechteckförmigen Treibersignal und dem sinusförmigen Antennenresonanzsignal kann die Messung der Induktivität bzw. der Induktivitätsänderungen auch durch Ermittlung der Amplitude der an der Antenne auftretenden Resonanzspannung bewerkstelligt werden. In diesem Fall ist anstelle des Phasenvergleichers 3 ein Gleichrichter an die Leitung 11 angeschlossen, dem ein Analog/Digital-Wandler nachgeschaltet ist. Auf der Leitung 6 wird das Ausgangssignal des Analog/Digital-Wandlers an die Steuereinrichtung 1 als Amplitudeninformation abgegeben. Die Steuereinrichtung 1 wertet in diesem Fall die über die Leitung 6 zugeführte Amplitudeninformation zur Messung der Amplitude der Resonanzspannung, und damit zur

Ermittlung der Induktivität des Antennenschaltkreises, aus. Die Resonanzspannungsamplitude ergibt sich hierbei in folgender Weise: Die an dem Antennenschwingkreis wirk-
samen Treiberspannung U_{TW} ist gleich $U_{TW} = U_T \times 4/p$, wo-
bei " U_T " die am Ausgang des Antennentreibers 2 abgege-
bene Spannungsamplitude des symmetrischen Rechtecksi-
gnals bezeichnet.

Der durch den Widerstand R_A fließende Strom i_A ergibt sich wie folgt:

$$i_A = U_{TW}/Z_A,$$

wobei $\delta Z_A \delta = \delta R_A^2 + W_0 (L_A - 1/wC_A)$ ist.

Für w_0 gilt: $w_0 = 2pf_0$.

Die zum Beispiel an der Kapazität C_A auftretende Resonanzspannung besitzt die Größe:

$$U_{CA} = \frac{U_{TW}}{\delta Z_A \delta} \times \frac{1}{w_0 C_A}$$

Zur Erfassung von U_{CA} kann beispielsweise ein Differenzverstärker vorgesehen sein, der mit den beiden Anschlüssen der Kapazität C_A verbunden ist oder auch anstelle des Phasenvergleichers vorgesehen ist und seine beiden Eingangssignale gemäß Fig. 1 erhält. Das Ausgangssignal des Differenzverstärkers wird in diesem Fall an den Gleichrichter und den Analog/Digital-Wandler angelegt, die bereits vorstehend beschrieben sind.

Da die Spannung U_T und damit die wirksame Treiberspannung U_{TW} in der Regel aber definiert festgelegt und bekannt sind, ist es auch möglich, zur Induktivitätsmessung lediglich die auf der Leitung 11, oder gegebenenfalls auch unter Weglassung der Widerstände R_1 und R_2 , die auf der Leitung 10 auftretende Spannung zu ermitteln, das heißt über den Gleichrichter und den Analog/Digital-Wandler an die Steuereinrichtung 1 anzulegen.

Aus den vorstehenden Gleichungen ist ersichtlich, daß der komplexe Widerstand des Antennenschaltkreises von der Induktivität L_A abhängt, so daß aus der Amplitude der Resonanzspannung auf den jeweiligen Induktivitätswert rückgeschlossen werden kann.

Anstelle, oder zusätzlich zu, der Phasenverschiebung und/oder der Resonanzspannungsamplitudenmessung ist es auch möglich, den Antennenstrom zur Induktivitätsmessung auszuwerten.

In diesem Fall können die Widerstände R_1 und R_2 entfallen, und es kann direkt an die Leitung 9 oder 10 ein Stromwandler angeschlossen werden. Es ist auch möglich, die am Widerstand R_A abfallende Spannung mittels eines Spannungsdetektors zu messen und hieraus den proportional hierzu verlaufenden Schwingkreisstrom i_A zu ermitteln. Das Ausgangssignal des Stromwandlers oder des die Spannung am Widerstand R_A erfassenden Spannungsdetektors wird auch in diesem Fall an einen Gleichrichter zur Gleichrichtung angelegt, dem ein Analog/Digital-Wandler nachgeschaltet ist. Das Ausgangssignal des Analog/Digital-Wandlers wird an die Steuereinrichtung 1 zur Signalauswertung angelegt, wie dies auch bei der vorstehend beschriebenen Alternative der Resonanzspannung der Fall ist.

Anstelle der direkten Messung des Schwingkreisstroms ist es auch möglich, einen hiernit direkt zusammenhängenden Strom oder Teilstrom zu messen, der zum Beispiel in dem Antennentreiber 2 fließt. Alternativ oder zusätzlich ist es auch möglich, zur Induktivitätsvermittlung die Impedanz des Schwingkreises oder eines Teils hiervon zu messen.

Dies kann beispielsweise durch Kombination der vorstehend beschriebenen Strom- und Amplitudenmessung realisiert werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Überprüfen der Antenne (2, L_A , C_A , R_A) eines in einem Kraftfahrzeug vorhandenen Steuersystems, insbesondere eines Wegfahrsperr-Steuersystems, mit einer Treiberschaltung (1, 2) zum Anlegen eines Treibersignal an die Antenne (2, L_A , C_A , R_A), und einer Auswerteschaltung (1, 3) zum Erfassen der Induktivität oder eine Induktivitätsänderung der Antenne (L_A), die einen von der Antenne abgegriffenen Signalparameter erfaßt und auf abnormale Induktivitätswerte oder Induktivitätsänderungen überprüft.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Treiberschaltung (1, 2) ein Rechtecksignal erzeugt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Antenne als Resonanzschaltkreis, vorzugsweise als Serienresonanzschaltkreis mit Induktivität (L_A) und Kapazität (C_A) ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung (1, 3) die Phasenverschiebung (f_{ANT}) zwischen dem Treibersignal (U_T) und der Antennenresonanzspannung ermittelt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung (1, 3) einen Phasenvergleich (3) enthält, der die Phasendifferenz zwischen dem Treibersignal und der Antennenresonanzspannung ermittelt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß mit der Antenne ein Spannungsteiler (R_1 , R_2) verbunden ist, dessen Abgriff an einen Eingang des Phasenvergleichers (3) angeschlossen ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung einen Gleichrichter, einen diesem nachgeschalteten Analog/Digital-Wandler, der die Antennenresonanzspannung oder den Antennenresonanzstrom, oder einen Teil hiervon, in einen digitalen Wert umwandelt, und eine mit dem Ausgang des Analog/Digital-Wandlers verbundene Auswertestufe, insbesondere in Form eines Mikroprozessors (1), enthält.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Antennenschaltkreis ein Widerstand (R_A) enthalten ist, und daß die Auswerteschaltung (1) die an diesem Widerstand abfallende Spannung zur Antennenresonanzstrommessung ermittelt.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein Zündschloß (4), um das eine Antennenspule (L_A) der Antenne gewickelt ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

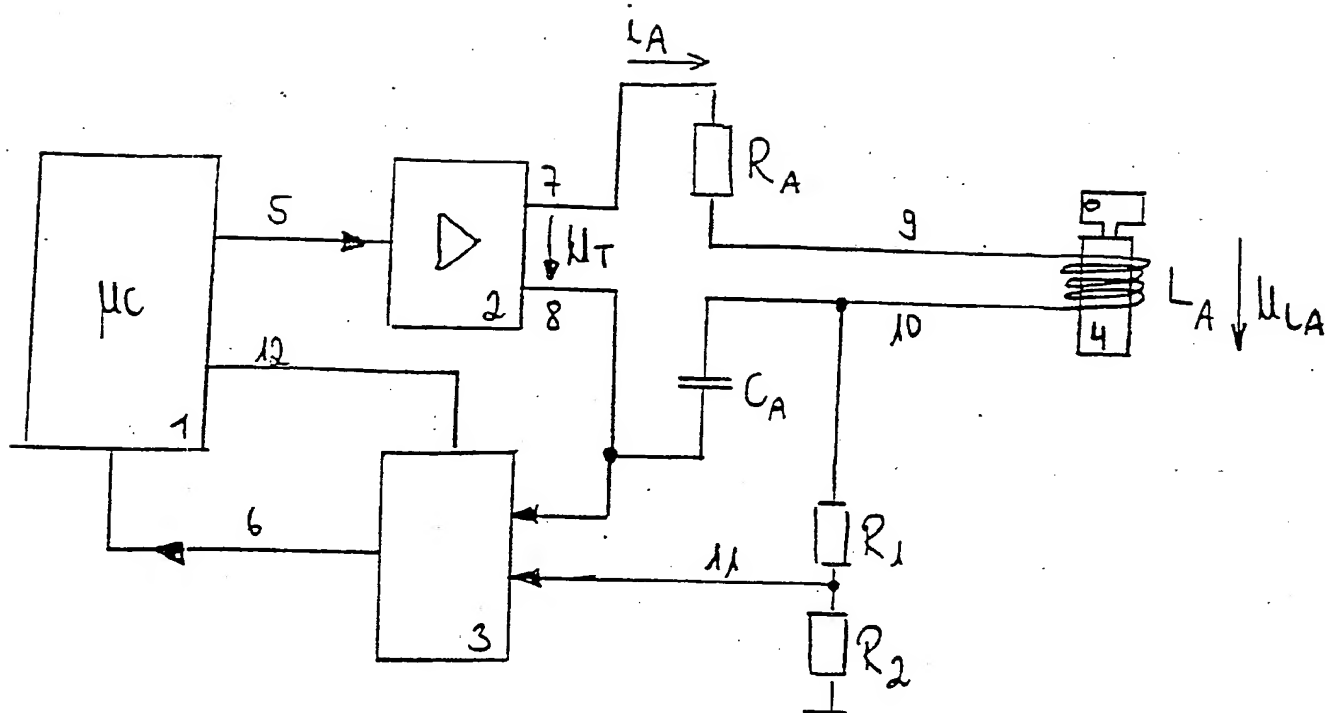


FIG. 1

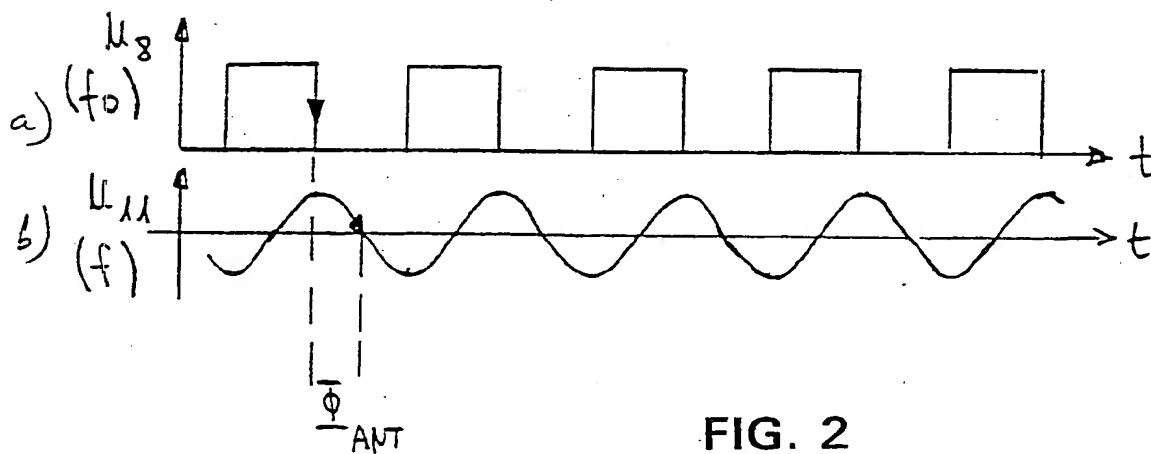


FIG. 2